

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-165539

(43)Date of publication of application : 10.06.1994

(51)Int.Cl.

H02N 2/00  
B23Q 5/28

(21)Application number : 04-335503

(71)Applicant : ASMO CO LTD  
NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 20.11.1992

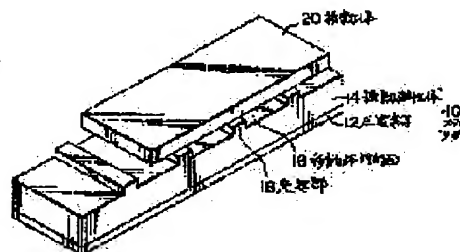
(72)Inventor : KOMODA MASAHIKO  
TAKEMURA YOSHITAKA

## (54) LINEAR TYPE ULTRASONIC MOTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a new linear type ultrasonic motor wherein it generates not traveling waves but standing waves on a face faced with a moving body at a stator part and it drives the moving body efficiently to a rectilinear direction.

**CONSTITUTION:** The title motor is provided with a rectlinearly flat and thin stator part 10 and with a moving body 20 which is driven to a rectilinear direction. The stator part 10 includes a vibrating elastic body 14, a piezoelectric element 12 and a plurality of protrusion parts 18 formed on a face 16 faced with the moving body. When an AC voltage is applied to a voltage application region in the piezoelectric element 12 faced with the moving body, standing waves are generated on the face 16 faced with the moving body. The protrusion parts 18 are formed between flanks and nodes in the standing waves, oval-shaped vibrations are generated at edges of the protrusion parts 18, and the moving body 20 coming into contact with the protrusion parts 18 is driven to a rectilinear direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

2181

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-165539

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 2/00	C	8525-5H		
B 2 3 Q 5/28		8107-3C		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 15 頁)

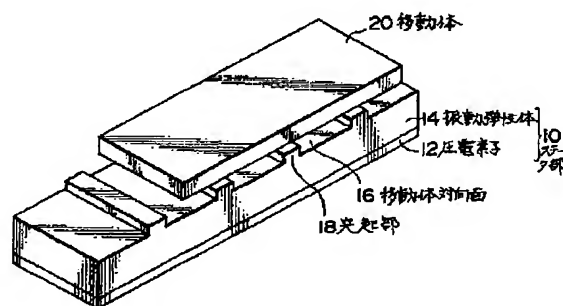
(21)出願番号	特願平4-335503	(71)出願人	000101352 アスモ株式会社 静岡県湖西市梅田390番地
(22)出願日	平成4年(1992)11月20日	(71)出願人	000004260 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(72)発明者	菰田 晶彦 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ株式会 社内
		(72)発明者	竹村 芳孝 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ株式会 社内
		(74)代理人	弁理士 井上 一 (外2名)

(54)【発明の名称】 リニア型超音波モータ

(57)【要約】

【目的】 ステータ部の移動体対向面に、進行波ではなく定在波を発生させ、これによって移動体を直線方向に効率よく駆動する新たなリニア型超音波モータを提供すること。

【構成】 直線状に扁平薄型のステータ部10と、直線方向に駆動される移動体20とを有する。前記ステータ部10は、振動弾性体14と、圧電素子12と、移動体対向面16に形成された複数の突起部18を含む。そして、圧電素子12の電圧印加領域に交流電圧を印加することにより、前記移動体対向面16に定在波を発生させる。この定在波の腹と節の間に前記突起部18を設けることにより、突起部18の端面に楕円振動を発生させ、突起部18に接する移動体20を直線方向に駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏平形状のステータ部と、  
前記ステータ部の移動体対向面に圧接され、直線方向に駆動される移動体と、  
を有するリニア型超音波モータにおいて、  
前記ステータ部は、  
表面側に移動体対向面が形成された振動弾性体と、  
前記振動弾性体の裏面側に設けられ、移動体の移動方向に沿って複数の電圧印加領域が形成された圧電素子と、  
前記移動体対向面に、移動体の移動方向に沿って形成された複数の突起部と、  
を含み、前記圧電素子の電圧印加領域に交流電圧を印加することにより、前記移動体対向面に定在波を発生させ、前記定在波の腹と節の間に前記突起部を設けることにより、突起部に楕円振動を発生させ、突起部に接する前記移動体を直線方向に移動させることを特徴とするリニア型超音波モータ。

【請求項2】 偏平形状のステータ部と、  
前記ステータ部の移動体対向面に圧接され、直線方向に駆動される移動体と、  
を有するリニア型超音波モータにおいて、  
前記ステータ部は、  
表面側に移動体対向面が形成された振動弾性体と、  
前記振動弾性体の裏面側に設けられ、移動体の移動方向に沿って複数の電圧印加領域が形成された圧電素子と、  
前記移動体対向面に、移動体の移動方向に沿って形成された複数の突起部と、  
を含み、前記圧電素子の電圧印加領域に印加する交流電圧の切り替え制御により、前記移動体対向面に位相の異なる第1の定在波および第2の定在波を選択的に発生させるよう形成され、  
前記複数の突起部は、前記第1の定在波の腹と一方側の節の間に位置するとともに、前記第2の定在波の腹と他方側の節との間に位置するよう形成され、印加する前記交流電圧を切り替え制御し、発生する前記定在波を選択することにより、前記突起部に接する移動体の移動方向を切り替えることを特徴とするリニア型超音波モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はリニア型超音波モータ、特に対向面に発生する定在波により移動体を直線方向に駆動するリニア型超音波モータに関する。

【0002】なお、本明細書において「直線方向に駆動する」とは同一軌道を周回する場合以外の全てを含むものとする。従って、大きな曲率半径の曲線形状に沿って移動させる場合も含まれる。

## 【0003】

【従来の技術】リニア型超音波モータは、圧電素子に交流などの電圧を印加したときに生ずる超音波運動を一次元運動に変換するものである。従来の電磁モータに比べ

て巻線を必要としないため、構造が簡単で小型になり、低速駆動時にも高トルクが得られる利点がある。

【0004】一般に、リニア型超音波モータは、可動部分である移動体と、振動体であるステータ部およびこれを支持する支持部材とから構成されている。

【0005】この中でステータ部は、銅合金などで作られた振動弾性体に、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）などの圧電体を張り合わせて偏平薄型に形成されている。通常この圧電体は多数に分割して正負交互に分極処理され、これ等に対応して2組の電極群が設けられている。これら2組の電極群に、時間的に90°位相差のある共振周波数の電圧を印加することにより、2つの定在波が合成されて、一定方向に時間とともに一定速度で移動する複数の山をもった進行波が移動体の対向面に励振される。従って、移動体をステータ部の対向面に接触させることにより、移動体は直線方向に駆動されることになる。

【0006】従来、この種の偏平薄型の超音波モータとして、例えば特開平3-93482号公報に係る提案が知られている。特に、この提案に係る超音波モータでは、直線部と円弧部とを有する円環形状のステータ部の一部（直線部）に、振動弾性体の表面に多数の突起部を形成することにより、この直線部に沿って移動体を移動させることができるリニア型超音波モータの実現を可能としている。また、同じ動作原理の超音波モータを用いた搬送装置の例としては、特開平2-237476号公報に係る提案がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来の偏平薄型のリニア型超音波モータでは、進行波により移動体を駆動していたため、進行波を合成するために複数の振動波を発生させる必要があり、構造が複雑になるという問題があった。また、従来は進行波を用いたリニア型超音波モータがほとんどであり、単一の定在波により移動体を直線上に駆動するものはなかった。

【0008】また、上述した超音波モータでは、円環形状の振動弾性体上を進行波が移動するため、円周上の複数箇所に直線部を設けたとしても、全体としてみれば移動体が周回するように移動し、全ての直線部に沿って一方方向に移動させることはできなかった。従って、移動体を一方方向に移動させたい場合は、円環形状のステータ部の一部しか利用することができず、移動体の駆動効率が悪いという問題点があった。

【0009】本発明の目的は、ステータ部の移動体対向面に、進行波ではなく定在波を発生させ、これによって移動体を直線上に、かつ効率よく駆動することができる新たなリニア型超音波モータを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明は、偏平形状のステータ部と、前記ステータ

部の移動体対向面に圧接され、直線方向に駆動される移動体と、を有するリニア型超音波モータにおいて、前記ステータ部は、表面側に移動体対向面が形成された振動弾性体と、前記振動弾性体の裏面側に設けられ、移動体の移動方向に沿って複数の電圧印加領域が形成された圧電素子と、前記移動体対向面に、移動体の移動方向に沿って形成された複数の突起部と、を含み、前記圧電素子の電圧印加領域に交流電圧を印加することにより、前記移動体対向面に定在波を発生させ、前記定在波の腹と節の間に前記突起部を設けることにより、突起部に楕円振動を発生させ、突起部に接する前記移動体を直線方向に移動させることを特徴とする。

【0011】また、本発明は、偏平形状のステータ部と、前記ステータ部の移動体対向面に圧接され、直線方向に駆動される移動体と、を有するリニア型超音波モータにおいて、前記ステータ部は、表面側に移動体対向面が形成された振動弾性体と、前記振動弾性体の裏面側に設けられ、移動体の移動方向に沿って複数の電圧印加領域が形成された圧電素子と、前記移動体対向面に、移動体の移動方向に沿って形成された複数の突起部と、を含み、前記圧電素子の電圧印加領域に印加する交流電圧の切り替え制御により、前記移動体対向面に位相の異なる第1の定在波および第2の定在波を選択的に発生させるよう形成され、前記複数の突起部は、前記第1の定在波の腹と一方側の節の間に位置するとともに、前記第2の定在波の腹と他方側の節との間に位置するよう形成され、印加する前記交流電圧を切り替え制御し、発生する前記定在波を選択することにより、前記突起部に接する移動体の移動方向を切り替えることを特徴とする。

【0012】

【作用】本発明では、圧電素子の表面に、移動体の移動方向に沿って複数の電圧印加領域を形成している。しかも圧電素子の振動により、梁の撓みに起因する曲げ振動が発生するよう振動弾性体が偏平形状に形成されている。したがって、前記複数の電圧印加領域に交流電圧を印加することにより、ステータ部の移動体対向面には、梁の撓みに起因する定在波が発生する。特に本発明では、この定在波の腹と節の間に突起部が設けられているため、突起部の端面には定在波により楕円振動が直接発生し、移動体を駆動することができる。

【0013】このように、本発明の超音波モータでは、従来の超音波モータと異なり、移動体対向面に定在波による楕円振動を直接発生させ、移動体を直線方向に駆動することができる。

【0014】これに加えて、本発明では前記圧電素子が、印加する交流電圧の切り替えにより、移動体対向面に位相の異なる第1の定在波および第2の定在波を選択的に発生させるよう形成される。そして、前記複数の突起部は、前記第1の定在波の腹と一方側の節の間に位置するとともに、前記第2の定在波の腹と他方側の節との

間に位置するよう形成されている。

【0015】したがって、印加する交流電圧を切り替え制御し、発生する定在波を選択することにより、前記突起部に接する移動体の駆動方向の切り替えを行って、直線方向に進退あるいは後退させることができる。

【0016】また、本発明では、移動体の駆動に際して、進行波を利用してないため、進行波の伝播方向によって移動体の駆動方向が制約を受けることがなく、移動体の駆動効率を上げることも可能となる。

【0017】

【実施例】次に、本発明の好適な実施例を図面に基づき詳細に説明する。

【0018】第1実施例

図1には、本発明の第1実施例に係るリニア型超音波モータの概略が示されている。実施例のリニア型超音波モータは、直線形状をした偏平薄型のステータ部10と、このステータ部10の移動体対向面16に発生する超音波振動により直線駆動される移動体20とを含む。

【0019】まず、前記ステータ部10について説明する。

【0020】図2には、前記ステータ部10の分解斜視図が概略的に示されている。実施例のステータ部10は、例えばセラミックスなどの圧電体を用いて直線形状に形成された圧電素子12と、前記圧電素子12の片側面に積層された直線形状の振動弾性体14とを有し、両者は接着剤を介して一体的に固定されている。

【0021】前記圧電素子12は、電圧を印加することにより機械的な超音波を発生するものである。実施例の圧電素子12の表面側には、図3(A)に示すよう移動体20の移動方向に沿って複数個(例えば8個)の表面電極22-1, 22-2, ……22-8が、例えば銀、ニッケル等を被覆することにより形成されている。さらに、圧電素子12の裏面側には、図3(B)に示すよう表面電極24が同様に被覆形成されている。

【0022】このようにして被覆形成された電極を用い、図3に示すよう実施例の圧電素子中には、その表面側に移動体の移動方向に沿って8個の分極領域26-1, 26-2, ……26-8が形成される。隣接する各分極領域は、2つずつを1組として各組の分極方向が異なるように形成される。なお、同図において符号「+」、「-」は、圧電素子の分極方向を示している。

また、符号「A」、「B」は、印加する駆動電圧の種類を示すものである。そして、1つおきに配置された分極領域26-1, 26-3, 26-5, 26-7の4つはA相の分極領域として用いられ、他の1つおきに配置された分極領域26-2, 26-4, 26-6, 26-8の4つはB相の分極領域として用いられる。

【0023】前記振動弾性体14は、圧電素子12に生じた超音波振動を効率よく伝えて振動するよう、例えば銅合金等を用いて形成されている。そして、前記圧電素

子12のA相分極領域26-1、26-3、26-5、26-7またはB相分極領域26-2、26-4、26-6、26-8に所定の単相交流電圧（駆動電圧）を印加することにより、前記振動弾性体14の移動体対向面16には、定在波が発生する。

【0024】前記振動弾性体14の移動体対向面16の上には、移動体20の移動方向に沿って複数の突起部18が設けられている。

【0025】これら各突起部18は、前記定在波の腹と節の中間位置に形成され、移動体対向面16に発生する定在波を楕円振動に変換し、突起部18に接する前記移動体20を直線方向に駆動するよう構成されている。実施例では、移動体対向面16に2波長の定在波が発生するため、前記複数の突起部18は、定在波の腹と節の中間位置に合計4個形成されている。

【0026】次に、前記移動体20について説明する。

【0027】図1に示すよう、前記移動体20は、振動弾性体14の表面側に設けられた18に所定の圧力をもって接するよう形成されている。従って、振動弾性体14の表面に発生する超音波の楕円振動による駆動力は、移動体20へ伝達されてこの移動体20は、所定方向に直線状に駆動されることになる。なお、この楕円振動を移動体20へ効率よく伝達するために図示しない摩擦材を備えるようにしてもよい。この摩擦材は、移動体20の振動弾性体14側に接着固定される。

【0028】次に、移動体対向面16に発生する定在波と突起部18との位置関係について説明する。

【0029】図4には、実施例のリニア型超音波モータの動作原理が概略的に示されている。

【0030】同図（A）は、ステータ部10の概略図であり、各分極領域26-1～26-8と各突起部18（18-1～18-4）との位置関係が示されている。同図に示すように、突起部18-1は、A相の分極領域26-1とB相の分極領域26-2の境界に設けられており、同様に突起部18-2は分極領域26-3と26-4の境界に、突起部18-3は分極領域26-5と26-6の境界に、突起部18-4は分極領域26-7と26-8の境界にそれぞれ設けられている。

【0031】同図（B）は、圧電素子12のA相分極領域26-1、26-3、26-5、26-7に単相交流電圧を印加した場合におけるステータ部10の移動体対向面16の振動の様子が示されている。同図に示すよう、A相分極領域26-1、26-3、26-5、26-7に単相交流電圧を印加した場合には、第1の定在波が発生する。

【0032】同図（C）は、圧電素子12のB相分極領域26-2、26-4、26-6、26-8に単相交流電圧を印加した場合におけるステータ部10の移動体対向面16の振動の様子が示されている。同図に示すよう、B相分極領域26-2、26-4、26-6、26-8

に交流電圧を印加した場合には、第2の定在波が発生する。

【0033】同図（B）、（C）に示すよう、実施例のステータ部10では、A相分極領域に単相交流電圧を印加した場合と、B相分極領域に単相交流電圧を印加した場合とでは、ステータ部10の移動体対向面16上には異なる位相の第1、第2の定在波振動が発生する。本発明者の検討によれば、この定在波は、圧電素子12の振動に起因する針の撓みによる曲げ振動によって発生するものと推定される。

【0034】本実施例の突起部18は、図1（B）に示す第4の定在波の腹に対し、その右側近傍（位相が45°ずれた位置）に位置するよう形成されている。また、この突起部18は、図4（C）に示す第2の定在波の腹に対し左側近傍（位相が45°ずれた位置）に位置するよう形成されている。

【0035】実施例は以上の構成からなり、次にその作用を説明する。

【0036】実施例のリニア型超音波モータを用いて移動体20を順方向に駆動する場合には、圧電素子12のA相分極領域26-1、26-3、26-5、26-7へ単相交流電圧を印加する。これにより、ステータ部10の移動体対向面16には、図1（B）に示すような第1の定在波の超音波振動が発生する。このとき第1の定在波90°～180°の中間に位置するグループの突起部18-1および18-3は、ステータ部10の「A+」領域が伸びたときは移動体20を図中右方向に押出すように作用し、縮んだときには移動体20から離れる。一方、第1の定在波の270°～360°の中間に位置するグループの突起部18-2、18-4は、ステータ部10の「A-」領域が伸びたときは移動体20を図中右方向に押出すように作用する。このように、2つのグループの突起部18が交互に動作し、移動体20を順方向に駆動することになる。なお、本実施例および後述する他の実施例においては、図中右方向に移動体を駆動する場合を順方向駆動と称し、図中左側に駆動する場合を逆方向駆動と称するものとする。

【0037】また、移動体20を逆方向駆動する場合には、圧電素子12のB相分極領域26-2、26-4、26-6、26-8に対して単相交流電圧を印加してやればよい。これにより、ステータ部10には、図1

（C）に示すような第2の定在波の超音波振動が発生する。このとき、第2の定在波の0°～90°の中間に位置するグループの突起部18-1、18-3は、ステータ部10の「B+」領域が伸びたときには、移動体20を図中左方向に押出すように作用し、縮んだときには、移動体20から離れる。一方、第2の定在波の180°～270°の中間に位置するグループの突起部18-2、18-4は、ステータ部10の「B-」領域が伸びたときには移動体20を図中左方向に押出すように作用し、縮

んだときには移動体 20 から離れる。このように、2つのグループの突起部 18 が交互に動作し、移動体 20 を図中左方向に逆方向駆動することになる。

【0038】このように、実施例のリニア型超音波モータによれば、単相交流電圧を印加する分極領域を切替えるのみで、移動体 20 を順方向および逆方向の双方駆動することができる。

【0039】図 5 には、実施例のリニア型超音波モータの制御回路が示されている。

【0040】この制御回路は、2つの単相交流電圧 A、B を選択的に出力する電源回路 34 と、この単相交流出力を増幅し、圧電素子 12 の A 相分極領域または B 相分極領域に印加するアンプ 36 とを含む。

【0041】また、この制御回路は、ON/OFF スイッチ 28、方向入力部 30 および速度入力部 32 を含む。

【0042】前記 ON/OFF スイッチ 28 は、電源回路 34、アンプ 36 を ON/OFF 制御するものである。

【0043】前記方向入力部 30 は、移動体 20 の駆動方向を選択設定するためのものであり、この出力信号は電源回路 34 入力される。電源回路 34 は、この入力信号に基づき、一方のグループの A 相分極領域 26-1、26-3、26-5、26-7 に印加する単相交流電圧（A 相）、あるいは他方のグループの B 相分極領域 26-2、26-4、26-6、26-8 に印加する単相交流電圧（B 相）のいずれか一方のみを選択出力する。これにより、移動体 20 の駆動方向を設定することができる。また、前記速度入力部 30 には、アンプ 36 の増幅率を制御することにより、移動体 20 の速度を設定することができる。

【0044】さらに実施例では、電源回路 34 から出力される単相交流電圧は、ステータ部 10 の共振モードに対応した共振周波数に設定されており、入力電圧を効率よく直進駆動出力に変換し、移動体 20 を順方向あるいは逆方向駆動することができる。

#### 【0045】第 2 実施例

図 6 には、本発明の好適な第 2 実施例が示されている。本実施例のリニア型超音波モータは、移動体対向面 16 上に設けられている突起部 18 の配置以外の基本構成は、前記第 1 実施例と同様である。従って、ここではその特徴部分の説明のみを行い、他の説明は省略する。

【0046】本実施例の特徴は、圧電素子 12 の全面に交流電圧を同時に印加することにより、ステータ部 10 の全領域を振動させ、移動体 20 の出力を大きくすることにある。すなわち、前記第 1 実施例では、ステータ部 10 の A 領域を振動させた場合には、B 領域が休止状態にあり、反対に B 領域を振動させた場合は、A 領域が休止した状態にある。従って、駆動時には常にステータ部 10 の半分の領域が休止しており、この駆動効率を改善したのが本実施例である。

【0047】図 6（A）には、本実施例のステータ部 10 の概略図が示されている。

【0048】同図（B）には、圧電素子 12 の A 相分極領域 26-1、26-3、26-5、26-7 に A 相の単相交流電圧を印加すると共に、B 相分極領域 26-2、26-4、26-6、26-8 に A 相と同相の B 相の単相交流電圧を同時に印加した場合が示されている。

【0049】また、同図（C）には、前記 A 相とこの A 相と位相が  $180^\circ$  異なる B' 相の交流電圧が同時に印加された場合に、移動体対向面 16 に現われる合成振動の状態が示されている。

【0050】本実施例において、各突起部 18 は、図 6（B）に示す第 1 の定在波の腹の右側近傍に位置すると共に、図 6（C）に示す第 2 の定在波の腹の左側近傍に位置するよう形成されている。

【0051】次に、本実施例の動作を説明する。

【0052】圧電素子 12 の A 相分極領域 26-1、26-3、26-5、26-7 および B 相分極領域 26-2、26-4、26-6、26-8 に、A 相および B 相の単相交流電圧を同時に印加した場合には、ステータ部 10 の移動体対向面 16 上には図 6（B）に示す第 1 の定在波振動が発生する。このとき、突起部 18 は、第 1 の定在波の腹に対しその右側近傍に位置するため、突起部 18 の端面には移動体 20 を図中右方向へ順方向駆動するような楕円振動が発生する。

【0053】また、圧電素子 12 の A 相分極領域 26-1、26-3、26-5、26-7 および B 相分極領域 26-2、26-4、26-6、26-8 に、A 相と B' 相の単相交流電圧を同時に印加した場合には、図 6（C）に示す第 2 の定在波振動が発生する。このとき、突起部 18 は、第 2 の定在波の腹に対しその左側近傍に位置するため、突起部 18 の端面には図 6（B）とは逆方向の楕円振動が発生し、移動体 20 を図中左方向へ逆方向駆動することになる。

【0054】特に、本実施例によれば、前記第 1 実施例に比べ、ステータ部の全領域（A および B の双方）を同時に振動させ、移動体 20 を駆動するため、前記第 1 実施例に比べ大きな駆動力を得ることができる。

【0055】なお、実施例のリニア型超音波モータの制御回路の具体的な構成は、図 5 に示したものとほぼ同じである。なお、電源回路 34 は、互いに同相の 2 つの交流電圧（A 相および B 相）を同時に出力、あるいは互いに逆相の 2 つの交流電圧（A 相および B' 相）を同時に出力することができ、この 2 つの出力の選択は、方向入力部 30 によって指示されるようになっている。

#### 【0056】第 3 実施例

次に、本発明の好適な第 3 実施例を説明する。本実施例は、圧電素子 12 の分極構造と突起部 18 の配置を除く、他の基本的な構成は前記第 1 実施例と同様であるので、ここではその特徴的部分のみを説明し、その他の説

明は省略する。

【0057】図7には、本実施例のリニア型超音波モータに用いられる圧電素子12の表面の分極構造が示されている。本実施例の圧電素子12は、8個の分極領域26-1、26-2、……26-8を有し、これらはA相分極領域、B相分極領域およびフィードバック用分極領域に大別される。分極領域26-1、26-2、26-3は、A相の交流電圧が印加される分極領域であり、相隣接する分極領域は、互いにその分極方向が反対になるように形成されている。

【0058】また、分極領域26-5、26-6、26-7は、B相の交流電圧が印加される分極領域であり、相隣接する各組の分極領域は、互いにその分極方向が反対に成るように形成されている。

【0059】本実施例においては、A相の分極領域26-1、26-2、26-3に交流電圧を印加することにより、移動体20が順方向に駆動される。一方、B相の分極領域26-4、26-5、26-6に交流電圧を印加することにより、移動体20が逆方向に駆動される。これらの各分極領域26に交流電圧を印加する制御回路としては、第1実施例で用いた図5の制御回路をそのまま使用することができる。

【0060】また、分極領域26-4、26-8はフィードバック用電圧を取り出すための分極領域であり、A相分極領域とB相分極領域の間に分極領域26-4が形成されており、B相分極領域に隣接するよう分極領域26-8が形成されている。

【0061】フィードバック用分極領域26-4、26-8からは、圧電素子12に発生する振動の周波数や振幅等の情報が取り出され、これらの各情報は最適駆動制御や回転数制御等の各種の制御に用いられる。

#### 【0062】第4実施例

次に、本発明の好適な第4実施例を説明する。本実施例のリニア型超音波モータは、移動体対向面16上に設けられている突起部18の配置以外の基本構成は、前記第3実施例と同様である。従って、ここではその特徴部分の説明のみを行い、他の説明は省略する。

【0063】本実施例の特徴は、圧電素子12の全面に交流電圧を印加することにより、ステータ部10の全領域を振動させ、移動体20の出力を大きくすることにある。すなわち、前記第3実施例では、ステータ部10のA領域あるいはB領域のいずれか一方が休止状態にあり、駆動効率が低いため、この駆動効率を改善したのが本実施例である。なお、本実施例では、前記第2実施例と同様にして交流電圧を印加することにより駆動効率を改善している。

【0064】図8(A)には、本実施例のステータ部10の概略図が示されている。

【0065】同図(B)には、圧電素子12のA相分極領域26-1、26-2、26-3にA相の単相交流電

圧を印加すると共に、B相分極領域26-5、26-6、26-7にA相と同相のB相の単相交流電圧を印加した場合が示されている。

【0066】また、同図(C)には、前記A相およびこのA相と位相が180°異なるB'相の交流電圧が同時に印加された場合に、移動体対向面16に表れる合成振動の状態が示されている。

【0067】本実施例において、各突起部18は、図8(B)に示す第1の定在波の腹の右側近傍に位置すると共に、図8(C)に示す第2の定在波の腹の左側近傍に位置するよう形成されている。

【0068】圧電素子12のA相分極領域26-1、26-2、26-3およびB相分極領域26-4、26-5、26-7に、A相およびB相の単相交流電圧を同時に印加した場合には、ステータ部10の移動体対向面16上には同図(B)に示す第1の定在波振動が発生する。すなわち、A相の単相交流電圧によって図7(B)に示された振動波が発生すると共に、B相の単相交流電圧を印加することにより、図7(C)に示された振動波が発生する。これらの2つの振動波が合成されて図8(B)に示す第1の定在波振動となる。このとき、突起部18は、第1の定在波の腹に対し、その右側近傍に位置するため、突起部18の端面には、移動体20を図中右方向へ順方向に駆動するような楕円振動が発生する。

【0069】また、圧電素子12のA相分極領域26-1、26-2、26-3およびB相分極領域26-4、26-5、26-6に、A相とB'相(A相の位相を反転した相)の単相交流電圧を同時に印加した場合には、図8(C)に示す第2の定在波振動が発生する。すなわち、A相の単相交流電圧を印加することにより、図7(B)に示す振動波が発生すると共に、B'相の単相交流電圧を印加することにより、図7(C)に示す振動波と位相が反転した振動波が発生する。そして、これら各振動波を合成したものが図8(C)に示す第2の定在波振動となる。このとき、突起部18は、第2の定在波の腹に対し、その左側近傍に位置するため、突起部18の端面には図8(B)とは逆方向の楕円振動が発生し、移動体20を図中左方向へ逆方向に駆動することになる。

【0070】本実施例によれば、第2実施例と同様に、ステータ部10の全領域を同時に振動させ移動体20を駆動しているため、前記第3実施例に比べて大きな駆動力を得ることができる。

【0071】なお、本実施例のリニア型超音波モータの制御回路の具体的な構成は、図5に示したものとほぼ同じであるが、電源回路34は、A相およびB相(あるいはB'相)を同時に出力することができるようになってい

#### 【0072】第5実施例

次に、本発明の好適な第5実施例を説明する。本実施例は、第1の圧電素子12に加えて第2の圧電素子13を



備えており、これらの圧電素子の構造と突起部18の配置を除く他の基本的な構成は、前記第1実施例と同様であるので、ここではその特徴的部分のみを説明し、その他の説明は省略する。

【0073】本実施例の特徴は、一方の圧電素子12の全面にA相の単相交流電圧を印加することにより、この圧電素子12の全面が振動状態にあるため、前記第3実施例等と比べて駆動効率を改善した点にある。また、他方の圧電素子13にはB相の単相交流電圧が印加されており、この圧電素子13の全面が振動するため、逆方向に移動体20を駆動する場合でも駆動効率がよい。

【0074】図9には、本実施例のリニア型超音波モータに用いられる圧電素子12および13の表面の分極構造が示されている。本実施例の圧電素子12は、8個の分極領域26-1~26-8を有し、隣接する各分極領域は交互に分極方向が異なっている。また圧電素子13は、8個の分極領域27-1~27-8を有し、隣接する各分極領域は交互に分極方向が異なっている。そして、圧電素子13は、圧電素子12よりもさらに外側に接着固定されており、その相対位置は各分極領域の半分だけずれるよう接着固定されている。

【0075】また、振動弾性体14の表面の各突起部18-1~18-8は、圧電素子12の「A+」領域と圧電素子13の「B+」領域の中央、あるいは「A-」領域と「B-」領域の中央に位置するよう配置されている。

【0076】図9(A)には、本実施例のステータ部10の概略図が示されている。

【0077】同図(B)には、圧電素子12の各分極領域26-1~26-8の全面にA相の単相交流電圧を印加した場合が示されている。

【0078】また、同図(C)には、圧電素子13の各分極領域27-1~27-8にB相の単相交流電圧を印加した場合が示されている。

【0079】本実施例において、各突起部18は、図9(B)に示す第1の定在波の腹の右側近傍に位置しているため、圧電素子12にA相の単相交流電圧を印加することにより、移動体20を右方向すなわち順方向に駆動することができる。

【0080】また、各突起部18は、図9(C)に示す第2の定在波の腹の左側近傍に位置するため、圧電素子13にB相の単相交流電圧を印加することにより、移動体20を左方向すなわち逆方向に駆動することができる。

【0081】本実施例によれば、A相の単相交流電圧あるいはB相の単相交流電圧を選択的に印加することにより、移動体20を双方向にかつ大きな駆動力で駆動することができる。

【0082】第6実施例

次に、本発明の好適な第6実施例を説明する。本実施例

のリニア型超音波モータは、移動体対向面16上に設けられている突起部18の配置以外の基本構成は、前記第5実施例と同様である。従って、その特徴部分の説明のみを行い、他の説明は省略する。

【0083】本実施例の特徴は、圧電素子12と圧電素子13のそれぞれの全面に交流電圧を同時に印加することにより、ステータ部10の全領域を振動させ、移動体20の出力を大きくすることにある。すなわち、前記第5実施例では、圧電素子12あるいは圧電素子13のいずれか一方が選択的に振動していたが、本実施例ではこれら2つの圧電素子12、13を同時に振動させて、大きな駆動力を得ることができる。

【0084】図10(A)には、本実施例のステータ部10の概略図が示されている。突起部18(18-1~18-8)は、圧電素子12の各分極領域26-1~26-8の境界であって、圧電素子13の各分極領域27-1~27-8の中央部に設けられている。

【0085】同図(B)には、圧電素子12の各分極領域にA相の単相交流電圧を印加すると共に、圧電素子13の各分極領域にB相の単相交流電圧を同時に印加した場合が示されている。また、同図(C)には、前記A相とこのA相と位相が180°異なるB'相の交流電圧が同時に印加された場合が示されている。

【0086】本実施例において、各突起部18は、図10(B)に示す第1の定在波の腹の右側近傍に位置すると共に、図10(C)に示す第2の定在波の腹の左側近傍に位置するよう形成されている。従って、A相の単相交流電圧とB相の単相交流電圧を同時に印加することにより、同図(B)に示す第1の定在波が発生すると、突起部18の端面には移動体20を図中右方向へ順方向駆動するような楕円振動が発生する。また、A相の単相交流電圧とB'相の交流電圧を同時に印加することにより、同図(C)に示される第2の定在波が発生すると、突起部18の端面には図10(B)とは逆方向の楕円振動が発生し、移動体20を図中左方向へ逆方向駆動することになる。

【0087】特に、本発明によれば、二重に接着固定された2つの圧電素子12、13を同時に振動させることにより、上述した各実施例に比べて大きな駆動力を得ることができる。

【0088】第7実施例

次に、本発明の好適な第7実施例を説明する。

【0089】本実施例のリニア型超音波モータは、2つの直線部分を有する楕円形状をした扁平薄型のステータ部40と、このステータ部40の移動体対向面46、47に発生する超音波振動により直線駆動される移動体(図示せず)とを含む。

【0090】図11には、本実施例のステータ部40の斜視図が概略的に示されている。本実施例のステータ部40は、一部に曲線部分を有する楕円形状の振動弾性体



44と、この振動弾性体44の片側面に接着固定された圧電素子42とを含んで構成される。圧電素子42は、振動弾性体44と同一形状をなしており、一部に直線部分を有するいわゆる小判形状となっている。

【0091】弾性振動体44の移動体対向面46の上には、図示しない移動体の移動方向に沿って複数の突起部48が設けられている。また、振動弾性体44の他方の移動体対向面47の上には、移動体の移動方向に沿って複数の突起部49が設けられている。

【0092】図12には、実施例のリニア型超音波モータの動作原理が概略的に示されている。

【0093】同図(A)は、ステータ部40の概略図であり、圧電素子42の表面電極52および分極領域56の具体的な配置が示されている。

【0094】ステータ部40の一方の移動体対向面46に対応して、表面電極52-1、52-2、52-3、52-4が形成され、これにより4つの分極領域56-1、56-2、56-3、56-4が形成される。また、ステータ部40の他方の移動体対向面47に対応して、表面電極52-9、52-10、52-11、52-12が設けられており、これにより分極領域56-9、56-10、56-11、56-12が形成される。また、ステータ部40の移動体対向面46、47に対応しない部分(曲線部分)には、表面電極52-5、52-6、52-7、52-8および52-13、52-14、52-15、52-16が設けられており、これらに対応して分極領域56-5~56-8および56-13~56-16が形成されている。これら各分極領域56は、隣接する2つずつが同一方向に分極されており、その一方にはA相の単相交流電圧が、他方にはB相の単相交流電圧がそれぞれ印加される。

【0095】同図(B)は、圧電素子42のA相分極領域52-9、52-11等に単相交流電圧を印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面47の振動の様子が示されている。同図(A)の上側直線部分に対応している。また、同図(C)は、このときの下側直線部分の振動状態が示されている。

【0096】同図(D)は、圧電素子42のB相分極領域56-2、56-4等にB相の単相交流電圧を印加した場合における移動体対向面46の振動の様子が示されている。同図(A)に示す上側直線部分に対応した振動状態が示されている。また、同図(E)はこの場合の下側直線部分の振動状態が示されている。

【0097】本実施例において、ステータ部40の移動体対向面47上の突起部49は、A相の単相交流電圧を印加したときに発生する第1の定在波(図12(B))の腹の右側近傍に位置すると共に、B相の単相交流電圧を印加したときに発生する第2の定在波(同図(D))の腹の左側近傍に位置するよう形成されている。

【0098】従って、ステータ部40の上半分のみに着

目した場合には、前記第1実施例において説明したリニア型超音波モータと全く同様の動作原理によって、移動体を順方向あるいは逆方向に駆動することができる。

【0099】また、ステータ部40の移動体対向面46上の突起部48は、A相の単相交流電圧を印加したときに発生する第3の定在波(図12(C))の腹の左側近傍に位置すると共に、B相の単相交流電圧を印加したときに発生する第4の定在波(同図(E))の腹の右側近傍に位置するよう形成されている。

【0100】従って、ステータ部40の下半分のみに着目した場合にも、前記第1実施例において説明したリニア型超音波モータと全く同様の動作原理によって、移動体を順方向あるいは逆方向に駆動することができる。

【0101】このように、本実施例によれば、駆動部を2か所に有するため、2つの移動体を別々に駆動することができる。特に、本実施例のリニア型超音波モータでは、ステータ部40上の突起部48、49の位置を変えることにより、移動体の移動方向を変えることができるので、同じA相の単相交流電圧が印加された場合であっても、2つの移動体を同方向に移動させることも、逆方向に移動させることも可能である。これは、定在波振動を利用して移動体を駆動しているために実現したものであり、従来の進行波を用いたリニア型超音波モータでは実現不可能だったものである。

#### 【0102】第8実施例

次に、本発明の好適な第8実施例を説明する。本実施例のリニア型超音波モータは、移動体対向面46上に設けられている突起部48、および移動体対向面47上に設けられている突起部49の配置以外の基本構成は、前記第7実施例と同様である。従って、ここではその特徴部分の説明のみを行い、他の説明は省略する。

【0103】本実施例の特徴は、圧電素子42の全面にA相とB相の各単相交流電圧を同時に、あるいはA相とこのA相と位相が $180^\circ$ 異なるB'相の各単相交流電圧を同時に印加することにより、常に圧電素子42の全体を振動させることにより、移動体を効率よく駆動することにある。前記第2実施例、第4実施例、第6実施例と動作原理は同じである。

【0104】図13には、本実施例のステータ部40の概略図が示されている。突起部48がB相の分極領域56-2、56-4のそれぞれの中央付近に設けられ、突起部49がA相の分極領域56-9、56-11のそれぞれの中央付近に設けられている。

【0105】同図(B)には、圧電素子42のA相分極領域52-9、52-11等に単相交流電圧を印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面47の振動状態が示されている。同図(A)の上側直線部分に対応している。また、同図(C)は、このときの移動体対向面46(下側直線部分)の振動状態が示されている。

【0106】同様に、同図(D)、(E)は、圧電素子

42のB相分極領域56-2、56-4等に単相交流電圧を印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面46、47のそれぞれの振動状態が示されている。

【0107】本実施例によれば、前記第7実施例と同様に、2つの移動体を別々に駆動することができる。しかも、常に圧電素子42の全面が振動状態にあるため、移動体の駆動効率がよい。

#### 【0108】第9実施例

次に、本発明の好適な第9実施例を説明する。

【0109】図14には、本実施例のリニア型超音波モータに用いたステータ部40の斜視図が示されている。本実施例の特徴は、第1の圧電素子42に加えて第2の圧電素子43を備えた点にあり、これらの圧電素子の構造と突起部48、49の配置を除く他の基本的な構成は、前記第7実施例および前記第8実施例と同様である。また、圧電素子42にA相の単相交流電圧を、圧電素子43にB相の単相交流電圧を択一的にあるいは同時に印加する点は、前記第5実施例および前記第6実施例と同じである。

【0110】図15には、実施例のリニア型超音波モータの動作原理が概略的に示されている。

【0111】同図(A)は、A相の単相交流電圧が印加される圧電素子42に対応した各分極領域56-1~56-16の具体的な配置、およびこれら各分極領域と突起部48、49との位置関係が示されている。同図

(B)は、B相の単相交流電圧が印加される圧電素子43に対応した各分極領域57-1~57-16の具体的な配置が示されている。A相の分極領域56とB相の分極領域57とは、それぞれ半分だけずらして配置されており、A相の単相交流電圧を印加したときに発生する定在波の腹と、B相の単相交流電圧を印加したときに発生する定在波の腹の中間に位置するよう突起部48、49が設けられている。

【0112】同図(C)は、A相の単相交流電圧を同図(A)に示す圧電素子42にのみ印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面47(上側直線部分)の振動状態が示されている。このとき生じる第1の定在波によって突起部49の端面に楕円振動が発生し、これにより移動体が順方向に駆動される。また、同図(D)は、B相の単相交流電圧を同図(B)に示す圧電素子43にのみ印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面48の振動状態が示されている。このとき生じる第2の定在波によって突起部49の端面に楕円振動が発生し、これにより移動体が逆方向に駆動される。

【0113】このように、圧電素子42にA相の単相交流電圧を、あるいは圧電素子43にB相の単相交流電圧を択一的に印加することにより、移動体を順方向あるいは逆方向に駆動することができる。しかも、常に圧電素子42あるいは43の全面が振動しているため、大きな駆動力を得ることができる。

【0114】図16には、圧電素子42にA相の単相交流電圧を印加すると同時に、圧電素子43にB相の単相交流電圧を印加することにより、常に2つの圧電素子42、43を振動させてさらに大きな駆動力を得る場合が示されている。

【0115】同図(A)は、圧電素子42に対応した各分極領域56-1~56-16の具体的な配置、およびこれら各分極領域と突起部48、49との位置関係が示されている。同図(B)は、圧電素子43に対応した各分極領域57-1~57-16の具体的な配置が示されている。圧電素子42、43は図15(A)、(B)に示したものと同一配置であり、突起部48、49の位置のみが異なっている。

【0116】同図(C)は、A相の単相交流電圧を圧電素子42に印加すると同時に、B相の単相交流電圧を圧電素子43に印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面47(上側直線部分)の振動状態が示されている。このとき生じる第1の定在波によって突起部49の端面に楕円振動が発生し、これにより移動体が逆方向に駆動される。同図(D)は、A相の単相交流電圧を圧電素子42に印加すると同時に、A相と位相が180°異なるB'相の単相交流電圧を圧電素子43に印加した場合におけるステータ部40の移動体対向面47の振動状態が示されている。このとき生じる第1の定在波によって突起部49の端面に楕円振動が発生し、これにより移動体が逆方向に駆動される。このように、2つの圧電素子42、43を同時に振動させることにより、大きな駆動力を得ることができる。

【0117】なお、前記第7実施例~第9実施例においては、小判形状をしたステータ部の円周方向の全面に圧電素子42等を接着固定したが、その一部のみに圧電素子を接着固定するようにしてもよい。

【0118】図17には、2か所の直線部分である移動体対向面46、47に対向させて2つの圧電素子62、63を配置した場合が示されている。圧電素子62、63は、前記第1実施例~第6実施例で説明したものであれば何でもよく、一例として図7に示したものを適用した場合が示されている。

【0119】図18には、小判形状のリニア型超音波モータで駆動する移動体の具体例が示されている。同図

(A)は、ステータ部40の全体を覆うように移動体を設置した場合である。この場合は、2つの直線部分において移動体を同方向に駆動する。同図(B)は、同図

(A)のリニア型超音波モータを側面から見た状態を示している。同図(C)は、移動体対向面46、47のそれぞれに対応した2つの移動体を設けて、別々に駆動する場合を示している。この場合は、各移動体は異なる方向に移動させることもでき、同じ方向に移動させることもできる。

【0120】実施例のまとめ

このように、前記各実施例によれば、移動体対向面 16、46 等に定在波を発生させることにより、これらの移動体対向面上に設けられた突起部 18 等の端面に楕円振動を生じさせ、この楕円振動により移動体を順方向あるいは逆方向の直線状に駆動することができる。また、本実施例のリニア型超音波モータは、進行波を用いていないため、突起部の位置を工夫するだけで、移動体の駆動方向を任意に決めることができる。従って、進行波の進行方向によって移動体の駆動方向に制限を受けるといったことがなく、駆動効率を上げることができる。

【0121】図 19 には、本実施例のリニア型超音波モータを X-Y ステージに応用した場合が示されている。四角形状の各辺に前記第 1 実施例等で説明したリニア型超音波モータをそれぞれ配置して X-Y ステージを構成する。従って、X 方向に目標物（移動体）を動かしたい場合には、水平方向に沿って設けられた 2 つのリニア型超音波モータを作動させる。また、Y 方向に目標物を動かしたい場合には、垂直方向に沿って設けられた 2 つのリニア型超音波モータを作動させる。

【0122】なお、前記各実施例は動作原理をわかりやすく説明するため、突起部 18 等を 2、3 か所に設けるようにしたが、実際にはもっと沢山の突起部を設ける必要がある。

【0123】その他、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0124】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ステータ部の移動体対向面に発生する定在波を、突起部を用いて楕円運動に変換し、移動体を直線方向に駆動することにより、従来不可能だった定在波による移動体の駆動が可能となる。

【0125】また、本発明によれば、進行波を用いていないため、進行波の伝播方向によって移動体の駆動方向が制約を受けることがなく、移動体の駆動効率を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例に係るリニア型超音波モータの概略を示す図である。

【図 2】第 1 実施例のリニア型超音波モータを構成する

ステータ部の分解斜視図である。

【図 3】圧電素子の表面電極の説明図である。

【図 4】第 1 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 5】リニア型超音波モータの制御回路図である。

【図 6】第 2 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 7】第 3 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 8】第 4 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 9】第 5 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 10】第 6 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 11】第 7 実施例のリニア型超音波モータを構成するステータ部の斜視図である。

【図 12】第 7 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 13】第 8 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 14】第 9 実施例のリニア型超音波モータを構成するステータ部の斜視図である。

【図 15】第 9 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 16】第 9 実施例のリニア型超音波モータの動作原理の説明図である。

【図 17】その他の実施例のリニア型超音波モータの構造を示す図である。

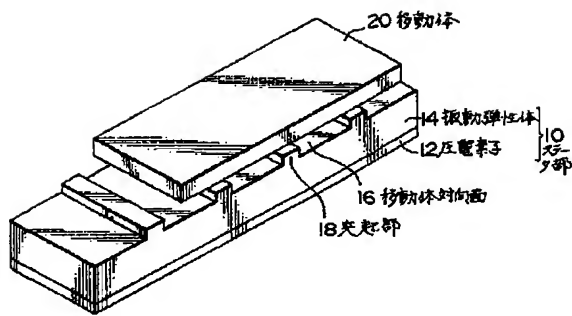
【図 18】小判形状のリニア型超音波モータを各種の移動体を用いて構成した場合の説明図である。

【図 19】実施例のリニア型超音波モータを X-Y ステージに応用した場合の説明図である。

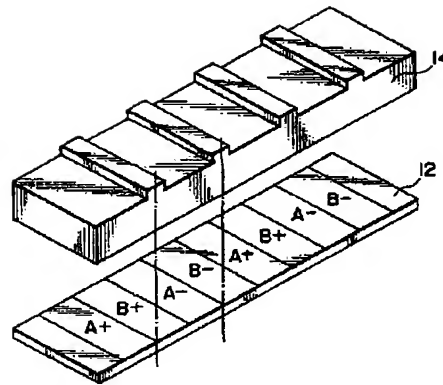
【符号の説明】

- 10 ステータ部
- 12 圧電素子
- 14 振動弾性体
- 16 移動体接触部
- 18 突起部
- 20 移動体

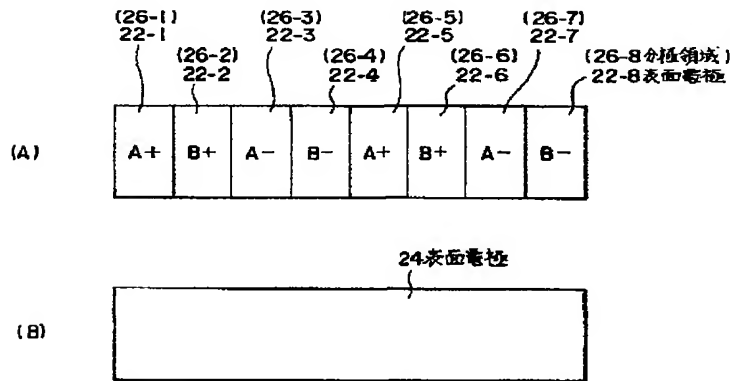
【図1】



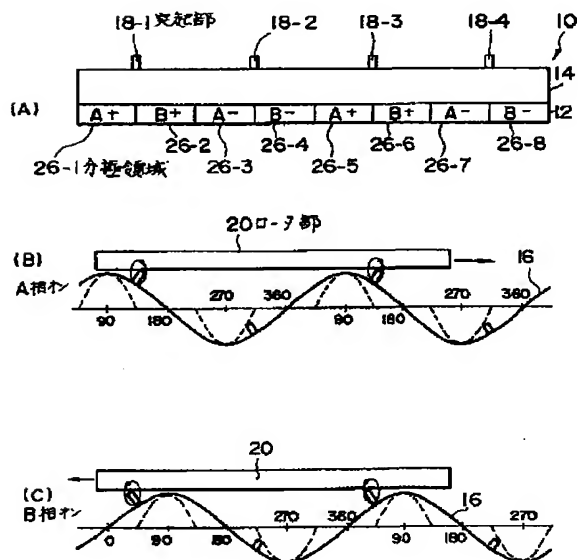
【図2】



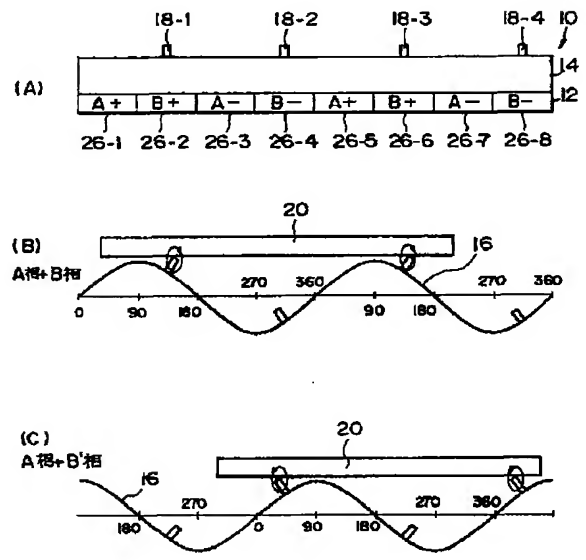
【図3】



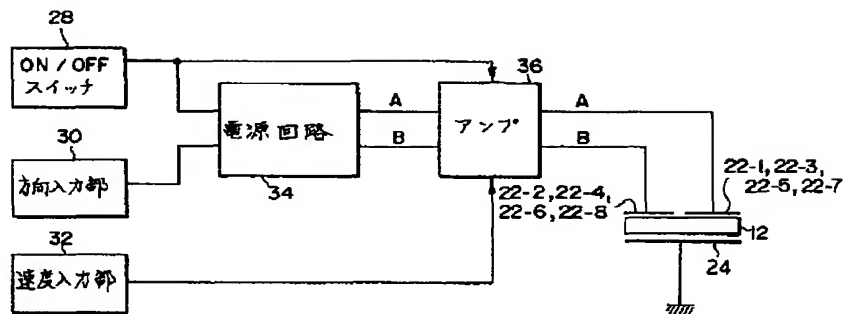
【図4】



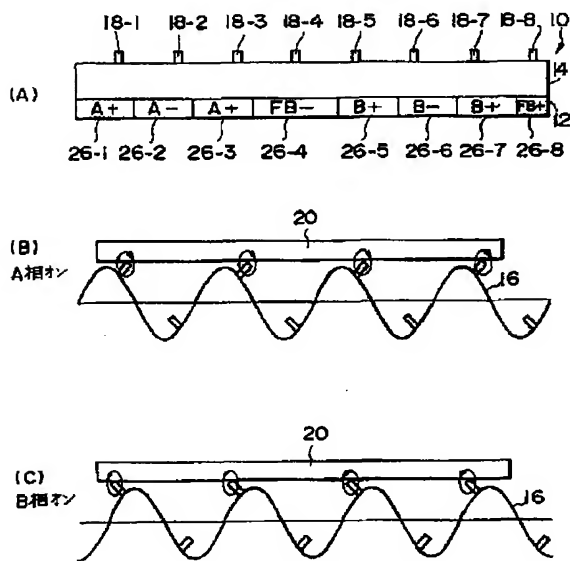
【図6】



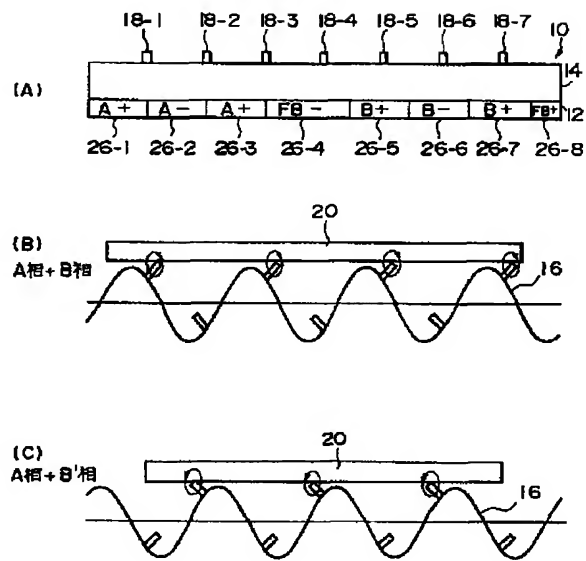
【図5】



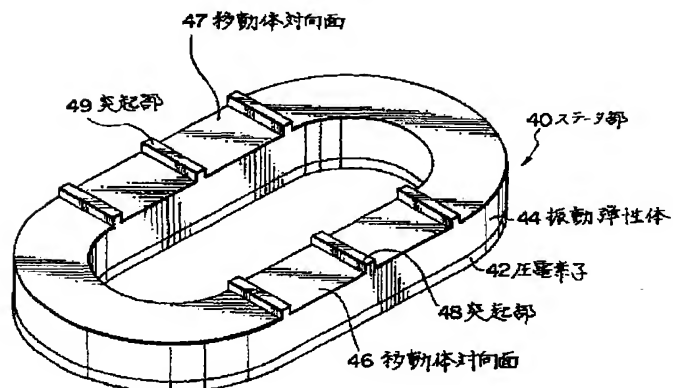
【図7】



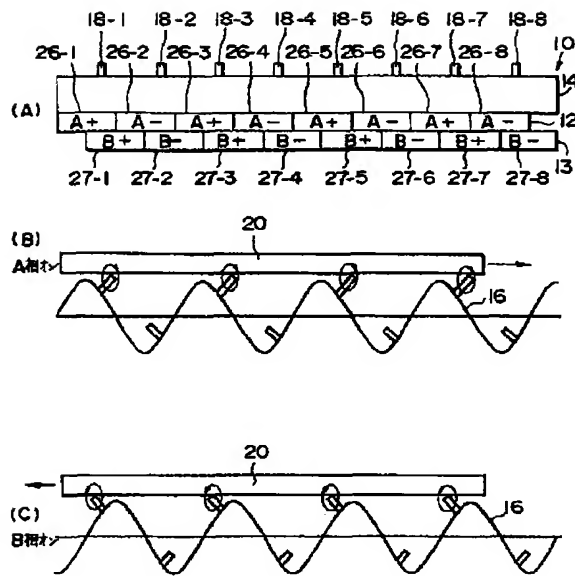
【図8】



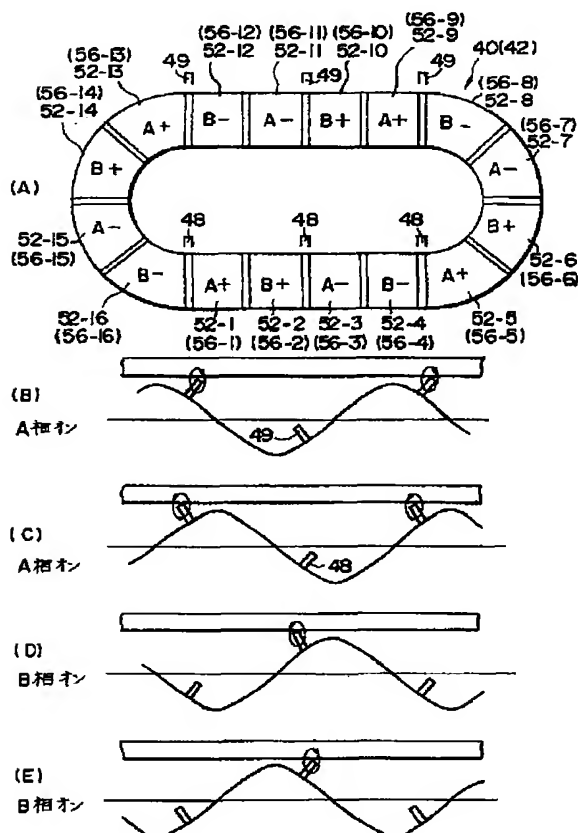
【図11】



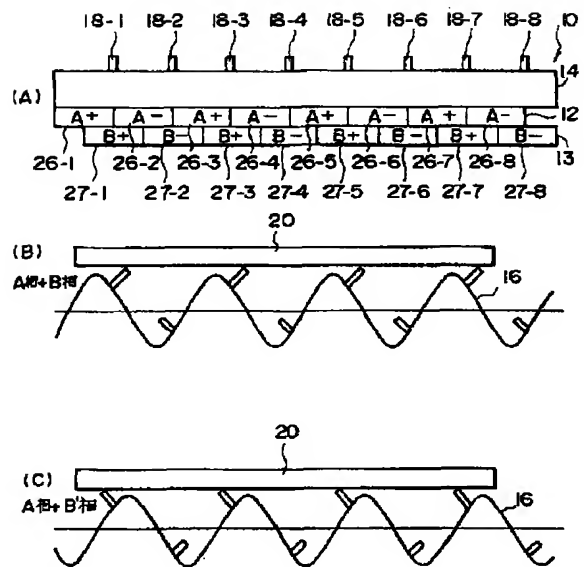
【図 9】



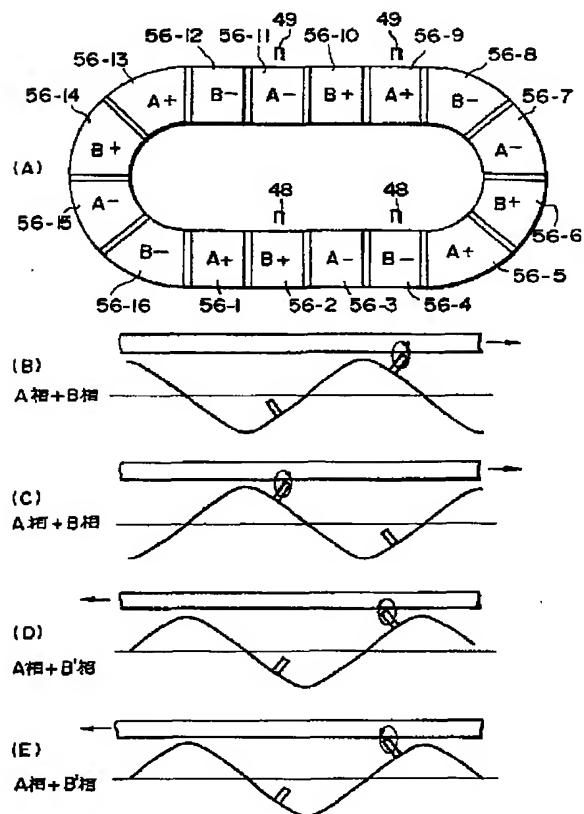
【図 12】



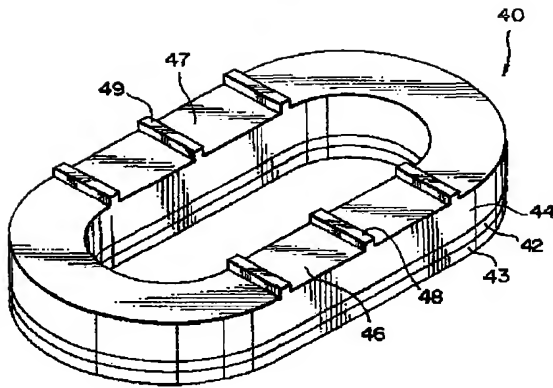
【図 10】



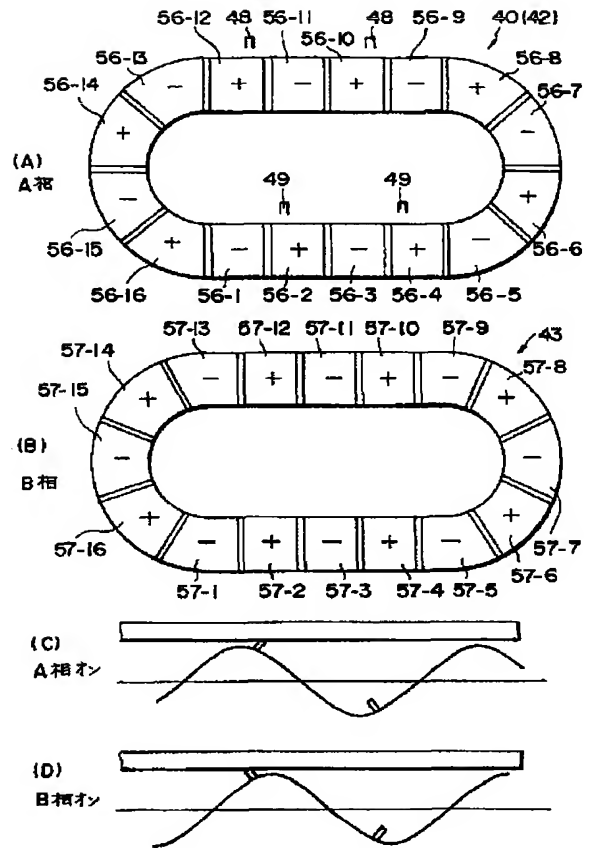
【図 13】



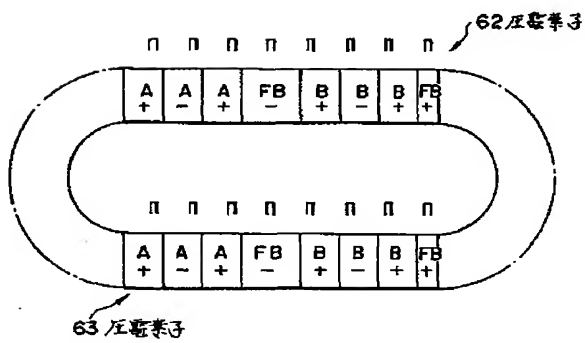
【図14】



【図15】

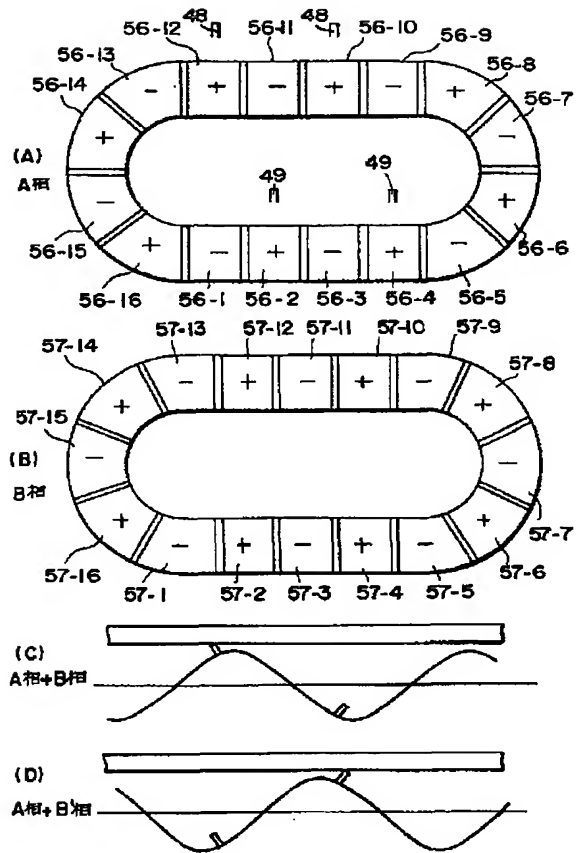


【図17】

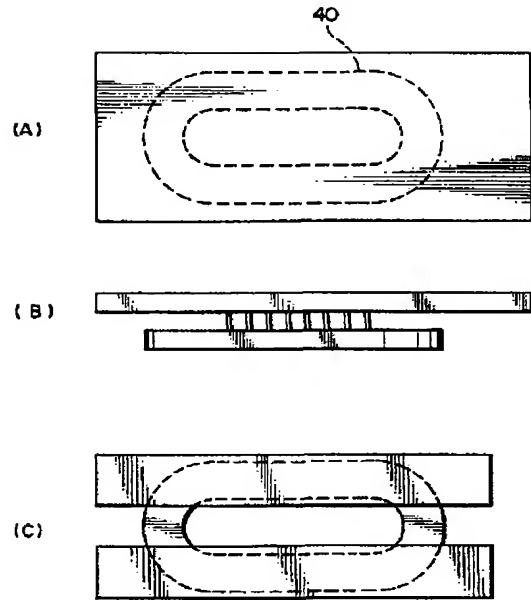




【図16】



【図18】



【図19】

